

文章编号: 1003-1421(2026)09-0149-10

引用格式: 刘永团, 刘硕, 杜青松, 等. 西部陆海新通道物流业效率测度及影响因素研究[J]. 铁路运输与经济, 2026, 48(9): 149-158.
LIU Yongtuan, LIU Shuo, DU Qingsong, et al. Research on Efficiency Measurement and Influencing Factors of Logistics Industry in New International Land-Sea Trade Corridor[J]. Railway Transport and Economy, 2026, 48(9): 149-158.

西部陆海新通道物流业效率测度及影响因素研究

刘永团¹, 刘硕¹, 杜青松², 李思源¹, 史青新¹, 王雨宣¹

(1. 内蒙古工业大学 经济管理学院, 内蒙古 呼和浩特 010051; 2. 内蒙古财经大学 中蒙俄经济走廊研究协同创新中心, 内蒙古 呼和浩特 010070)

摘要: 为探究西部陆海新通道物流业效率时空演化趋势及其影响因素, 通过构建物流业效率投入产出指标体系, 基于2009—2023年面板数据, 采用Super-SBM-DEA模型与Malmquist指数模型对物流业效率进行多维度测度, 并用Tobit模型与随机森林法相结合分析其关键影响因素。结果表明, 西部陆海新通道物流业效率总体呈波动上升趋势; 技术进步是推动Malmquist指数提升的主要因素, 规模效率和纯技术效率次之; 云南和贵州物流业效率显著提升, 而甘肃、宁夏及重庆则出现效率下降, 其他省(区、市)效率趋稳; 影响因素中, 产业结构、集聚性、信息化水平和资产利用水平对效率具有显著影响, 能源利用率影响不显著, 随机森林的重要性分析进一步验证了这一结论。研究结论可为优化西部陆海新通道物流资源配置、提升区域协同发展提供参考。

关键词: 西部陆海新通道; 物流业效率; Super-SBM-DEA模型; Malmquist指数; Tobit模型
中图分类号: U2-9 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16668/j.cnki.issn.1003-1421.20250616003

Research on Efficiency Measurement and Influencing Factors of Logistics Industry in New International Land-Sea Trade Corridor

LIU Yongtuan¹, LIU Shuo¹, DU Qingsong², LI Siyuan¹, SHI Qingxin¹, WANG Yuxuan¹

(1. School of Economics and Management, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010051, Inner Mongolia, China;
2. China-Mongolia-Russia Economic Corridor Research Collaborative Innovation Center, Inner Mongolia University of Finance and Economics, Hohhot 010070, Inner Mongolia, China)

Abstract: To explore the spatio-temporal evolution trend and influencing factors of logistics industry efficiency in the New International Land-Sea Trade Corridor, this paper constructed an input-output indicator system for logistics industry efficiency. Based on the panel data from 2009 to 2023, this paper adopted the Super-SBM-DEA model and Malmquist index model to multidimensionally measure the logistics industry efficiency and combined the Tobit model with the random forest method to analyze its key influencing factors. The results show that the overall logistics industry efficiency in New International Land-Sea Trade Corridor presents a fluctuating upward trend; technological progress is the primary factor driving the growth of the Malmquist index, followed by

收稿日期: 2025-06-16

通信作者: 杜青松(1985—), 男, 内蒙古赤峰人, 内蒙古财经大学中蒙俄经济走廊研究协同创新中心副教授。

基金项目: 内蒙古财经大学中蒙俄经济走廊研究协同创新中心项目(ZMEY202605); 内蒙古财经大学科研基金资助项目高质量发展专项课题(NCXKY25048); 内蒙古财经大学区域数字经济与数字治理研究中心项目(szzl202605); 内蒙古自治区直属高校基本科研业务费项目(JY20250027); 内蒙古自治区社会科学基金创新平台专项项目(2025PTWY25); 内蒙古自治区自然科学基金项目(2025LHMS02004)

scale efficiency and pure technical efficiency; the logistics industry efficiency in Yunnan and Guizhou increases remarkably, while the efficiency in Gansu, Ningxia, and Chongqing declines, and the efficiency in other provinces (autonomous regions and municipalities) tends to be stable. Among the influencing factors, industrial structure, agglomeration, informatization level, and asset utilization level exert significant impacts on the efficiency, whereas energy utilization rate has no significant effect. The importance analysis of random forest further verifies this conclusion. The research conclusions can provide a reference for optimizing logistics resource allocation and enhancing coordinated regional development in the New International Land-Sea Trade Corridor.

Keywords: New International Land-Sea Trade Corridor; Logistics Industry Efficiency; Super-SBM-DEA Model; Malmquist Index; Tobit Model

0 引言

西部陆海新通道覆盖西部各省(区、市),北接丝绸之路经济带,南连21世纪海上丝绸之路,协同衔接长江经济带,是西部地区重要的陆海联动通道。《西部陆海新通道总体规划》(发改基础〔2019〕1333号)首次指出,加快通道与物流设施建设,提升物流运输能力和物流业效率,实现物流高质量发展,对支撑构建国内外产业发展格局、推动区域高质量发展具有重要战略意义。截至2024年5月,西部陆海新通道物流体系拓展到全球123个国家及514个港口。物流通道建设对区域经济发展具有显著的推动作用^[1-3],西部陆海新通道从优服务、育产业、促开放、强合作等多个维度协同发力,助力西部地区形成高水平、宽领域的对外开放新格局,为推动全球贸易便利化和全球化进程作出了积极贡献^[4]。

物流业效率是衡量区域物流发展水平的重要指标。众多学者围绕物流业效率测度和影响因素等方面展开研究。曹炳汝等^[5]运用数据包络分析(DEA)模型,测度长江经济带省域物流业效率,揭示物流业依托区位优势发挥“鲶鱼效应”和“扩散效应”;刘明等^[6]运用DEA模型,测度临近城市对中心城市物流行业发展的推动作用。以上学者采用DEA模型以截面数据对物流业效率进行静态评估,此方法无法有效捕捉决策单元效率随时间变化的动态趋势。陈永平等^[7]运用超效率数据包络分析(SE-DEA)模型测算我国各省(区、市)物流业可比的相关效率值,放宽对有效决策单元的条件限制,有效量化该单元相对于其他高效单元的领先优势,但不涉及松弛变量与随机扰动项,可能会低估无效决策单元的改进空间,并影响效率值的稳健性。王

琴梅等^[8-9]运用超效率基于松弛测度(Super-SBM)模型,评价“核心区”物流业效率,揭示提高区域物流业效率的发展路径,此方法有效解决了SE-DEA模型存在投入或产出的非零松弛变量,以及评估决策单元效率值时会出现高估而存在误差,并可对有效决策单元进行比较。西部陆海新通道物流业效率的空间分布格局及其动态演变特征是产业体系架构、产业集中度及能源使用效率等多重因素共同作用的结果。因此,本研究以既有的研究结论为基础^[10-12],结合西部陆海新通道的物流业发展现状及相关数据的可及性,确定影响物流业效率的主要因素涉及产业结构、物流业集聚性、物流业信息化水平、能源利用率及资产利用水平等5个维度。

西部陆海新通道是深化海陆双向开放、进一步推动西部大开发形成新格局的重要举措^[13-15],提升西部地区物流业发展效率和质量,有助于实现区域协调发展。西部陆海新通道物流业发展研究成果鲜少,亟需以国家战略为导向对西部陆海新通道省(区、市)物流业效率进行测度及识别其影响因素。本研究从以下3个方面对物流业效率问题展开研究。一是立足国家战略区域而非局限于单一城市为研究对象,聚焦西部陆海新通道2009—2023年物流业效率研究;二是综合考量建立物流业效率测度指标体系,在传统效率指标体系的基础上加入物流业能源消耗量指标,对原煤、原油在内的9大能源投入进行综合考量,更全面测算物流业效率;三是综合利用Super-SBM-DEA模型与Malmquist指数进行测算,并协同采用Tobit回归与随机森林法,从线性与非线性双重视角下揭示效率演变规律及影响因素的作用强度,提升研究结论的稳健性,为提高西部陆海新通道物流业发展水平提供参考。

1 研究设计

1.1 研究方法

1.1.1 Super-SBM-DEA模型

针对传统 DEA 模型忽略非期望产出及松弛变量的局限, 本研究采用龚瑞凤等^[16-17]构建的 Super-SBM-DEA 模型, 通过纳入非期望产出并优化非径向松弛变量, 提升效率测度精度。运用数学软件测度 2009—2023 年西部陆海新通道省(区、市)物流业效率, 计算公式如下。

$$\min \rho = \left(1 + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^x}{x_{i0}} \right) / \left[1 - \frac{1}{s_1 + s_2} \left(\sum_{k=1}^{s_1} \frac{s_k^y}{y_{k0}} + \sum_{l=1}^{s_2} \frac{s_l^z}{z_{l0}} \right) \right] \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} x_{i0} \geq \sum_{j=1, j \neq 0}^n \lambda_j x_{ji} - s_i^x & \forall i \\ y_{k0} \leq \sum_{j=1, j \neq 0}^n \lambda_j y_{jk} + s_k^y & \forall k \\ z_{l0} \geq \sum_{j=1, j \neq 0}^n \lambda_j z_{jl} - s_l^z & \forall l \\ 1 - \frac{1}{s_1 + s_2} \left(\sum_{k=1}^{s_1} \frac{s_k^y}{y_{k0}} + \sum_{l=1}^{s_2} \frac{s_l^z}{z_{l0}} \right) > 0 \\ s_i^x \geq 0, s_k^y \geq 0, s_l^z \geq 0, \lambda_j \geq 0 & \forall i, j, k, l \end{cases} \quad (2)$$

式中: ρ 为决策单元的物流业效率值, 当 $\rho \geq 1$ 时, 决策单元有效, 反之, 表示物流业效率未达到有效生产前沿面, ρ 值越大表示该地区物流业发展效率越高; m 为投入指标的数量; s_i^x 为投入指标 x_i 对应的松弛变量, 反映投入要素的冗余程度; x_{i0} 为被评价决策单元的第 i 项投入指标值; s_1 为期望产出指标的数量; s_2 为非期望产出指标的数量; k 为期望产出指标下标; y_{k0} 为被评价决策单元的第 k 项期望产出指标值; s_k^y 为期望产出指标 y_k 对应的松弛变量, 反映期望产出的不足程度; l 为非期望产出指标下标; z_{l0} 为被评价决策单元的第 l 项非期望产出指标值; s_l^z 为非期望产出指标 z_l 对应的松弛变量, 反映非期望产出的过量程度; n 为决策单元的总数; j 为所有决策单元下标, $j \neq 0$ 表示求和过程排除被评价单元 DMU_0 ; λ_j 为权重变量; x_{ji} 为第 j 个决策单元的第 i 项投入指标值; y_{jk} 为第 j 个决策单元的第 k 项

期望产出指标值, z_{jl} 为第 j 个决策单元的第 l 项非期望产出指标原始观测值。

1.1.2 Malmquist 指数模型

Malmquist 指数揭示物流业效率的跨期动态变化, 弥补传统 DEA 模型仅能进行静态效率测度的局限。基于非径向 Super-SBM-DEA 模型的效率值, 该指数同时校正了松弛变量与非期望产出带来的偏差, 提升了动态测度精度。据此测算 2009—2023 年西部陆海新通道省(区、市)的物流业全要素生产率, 计算公式如下。

$$M(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \quad (3)$$

式中: M 为物流业效率指数, 反映决策单元生产效率的动态变化率; (x^t, y^t) 为决策单元在 t 时期的投入与产出; (x^{t+1}, y^{t+1}) 为决策单元在 $t+1$ 时期的投入与产出; $D^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ 为以 t 时期生产前沿面为参照、衡量 $t+1$ 时期投入产出效率的跨期距离函数值; $D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 为以 $t+1$ 时期自身生产前沿面为参照基准, 测算同期投入产出组合到前沿面的距离; $D^t(x^t, y^t)$ 为以 t 时期自身生产前沿面为参照基准, 测算同期投入产出组合到前沿面的距离; $D^{t+1}(x^t, y^t)$ 为以 $t+1$ 时期生产前沿面为参照, 衡量 t 时期投入产出效率的跨期距离函数值。

通过对这 4 类距离函数的计算, 可将 Malmquist 指数进一步分解为技术进步效率 TC 与技术效率变化 EC 。技术进步效率 TC 可以直观反映出生产前沿面的移动, 即技术进步对效率提升的贡献度。 $TC > 1$, 则表明技术进步推动物流业效率提升; 反之则退步。技术效率变化 EC 用于评估实际产出与最优效率边界之间的偏离程度及其动态变化, 技术效率变化 EC 可分解为纯技术效率 PE 和规模效率 SE 。具体计算公式如下。

$$M = TC \cdot EC = TC \cdot PE \cdot SE \quad (4)$$

$$TC = \sqrt{\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)}} \quad (5)$$

$$PE = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \quad (6)$$

$$SE = \frac{\frac{D^t(x', y')}{D^t(x', y')}}{\frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}} \quad (7)$$

1.1.3 Tobit 回归模型

运用 Super-SBM-DEA 模型测度的物流业效率值具备非负截断特征(物流效率值 ≥ 0)，促使普通最小二乘法回归可能导致估计偏差。反观之，Tobit 模型可以有效处理受限因变量问题，充分确保回归结果的准确性与可靠性。因此，选取 Tobit 模型进行回归分析^[18-19]，将 Super-SBM-DEA 结果作为回归自变量，运用数学软件对 2009—2023 年西部陆海新通道省(区、市)区域物流业效率的影响因素进行回归，计算公式如下。

$$Y_{it} = a + \beta_i \cdot X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

式中： Y_{it} 为被解释变量； a 为常数项； X_{it} 为解释变量； β_i 为回归参数变量； ε_{it} 为误差项。

1.1.4 随机森林算法

随机森林算法借助 Bootstrap 抽样方法，从原始数据集中生成众多子样本集，并在每个子样本集上独立构建决策树模型。该算法可以有效降低拟合风险，提高数据稳定性，适用于回归问题^[20]。为全面识别西部陆海新通道物流业效率的关键影响因素并增强结论的稳健性，将随机森林法与 Tobit 回归模型协同运用，基于线性与非线性双重视角展开分析。在 Tobit 模型估计结果的基础上，通过随机森林法的重要性排名及非线性关系识别，将揭示出传统回归方法难以捕捉的复杂影响机制，提升研究的可靠性。

1.2 指标选择与数据来源

1.2.1 指标选择

聚焦于西部陆海新通道内各省(区、市)区域层

面的物流业效率，既体现行业自身运营特性，又反映区域协同发展水平。我国尚未建立针对物流业的专项统计指标体系，学者们普遍采用交通运输、仓储和邮政业的综合数据来表征物流业发展状况^[21-22]。在效率测度指标的选取上，投入指标通常包括物流从业人员规模、固定资产投资总额及物流基础设施网络密度等核心要素；产出指标则主要涵盖行业增加值、货物运输总量及货物周转量等关键变量。基于现有文献研究基础，将投入指标细分为人力投入、财力投入、物力投入及能源投入 4 个维度。本研究新增能源投入指标，采用《中国能源年鉴》中交通运输、仓储和邮政业的能源消耗量，以全面反映物流业资源使用效率。鉴于物流业生产活动中碳排放水平是反映行业高质量发展状况的重要指标，故选取二氧化碳排放量作为非期望产出指标^[23]，本研究碳排放的测度参考包耀东等^[24]关于政府间气候变化专门委员会(IPCC)对 CO₂ 估算的计算方法，物流业碳排放 P_{CO_2} 计算公式如下。

$$P_{CO_2} = \sum_{i=1}^n E_i \cdot CF_i \cdot CC_i \cdot COF_i \cdot (44/12) \quad (9)$$

式中： i 为能源类型； E_i 为第 i 类能源的消耗量； CF 为第 i 类能源的热值系数； CC 为第 i 类能源的碳含量参数； COF 为第 i 类能源的氧化效率因子； $CF_i \cdot CC_i \cdot COF_i \cdot (44/12)$ 为第 i 类能源的二氧化碳排放系数。

结合西部陆海新通道物流业发展实际情况，考虑数据可得性和指标代表性，建立考虑非期望产出的物流业效率测度指标体系如表 1 所示。

1.2.2 数据来源

根据《中国第三产业统计年鉴》，将生产总值占比超过 85% 的交通运输、仓储和邮政业统称为物流产业。西部陆海新通道包括西部 13 省(区、市)、

表 1 物流业效率测度指标体系
Tab.1 Logistics industry efficiency measurement index system

维度	指标	指标内涵
投入指标	人力投入	物流业年末从业人数，人
	财力投入	物流业固定资产投资，亿元
	物力投入	网络里程，由铁路营业里程数、公路里程数和航道里程数统一加总得出，万 km；货运营运量，以公路营运载货汽车拥有量进行表示，万辆
	能源投入	包括原煤、原油、汽油、煤油、柴油、燃料油、液化石油气、天然气及电力等 9 大能源，依据折算标准煤系数进行折算加总得出物流业能源消耗总量，万吨标准煤
产出指标	期望产出	物流业增加值，亿元；货物周转量，亿 t·km；货运量，万 t
	非期望产出	二氧化碳排放量，万吨标准煤

广东湛江及湖南怀化2个市。其中，西藏自治区数据缺失，海南省、广东省湛江市及湖南省怀化市与西部其他省份经济发展水平可比性差。因此，选取西部陆海新通道11省(区、市)2009—2023年面板数据，测度西部陆海新通道物流业效率。基础数据采集自2009—2023年《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》及各省(区、市)统计年鉴等。各投入产出指标数据描述性统计如表2所示。

2 实证结果分析

2.1 西部陆海新通道物流业效率测度分析

基于2009—2023年西部陆海新通道11省(区、市)物流业面板数据，构建Super-SBM-DEA模型，采用数学软件对各省(区、市)的样本数据进行计算，得到西部陆海新通道物流业效率值，并依据所得到的物流业效率值绘制变化趋势图，西部陆海新通道物流业效率变化趋势如图1所示。

2009—2014年，物流业效率从0.955提升至1.011，增幅达到5.86%。在阶段初期，受国际市场需求复苏进程缓慢的影响，致使物流业的规模效应难以充分发挥，其效率提升速度也相对平缓。随后，国内外贸易格局逐渐改善，推动经济往来加速，有助于西部陆海新通道基建水平的优化，继而实现物流行业投入产出效率的稳步攀升。

2014—2016年，物流业效率出现持续下滑，由1.011降至0.948。西部陆海新通道物流业发展受外部环境不确定性的影响，导致区域物流需求明显收缩，货物运输量大幅减少，物流资源的利用率随之下降。同时，物流网络协同不足衍生出不同运输方式之间的衔接不畅及资源调配错乱等问题，制约高

效联运体系的形成，使得物流业效率值呈现阶段性的回落。

2016—2020年，物流业效率步入稳步回升阶段，由0.948持续增长至1.017。政府部门积极引导物流行业推进质量转型，出台多个支持物流行业转型升级的政策措施，为行业发展奠定基础。物流业效率提升的关键是技术层面的提升，普遍应用大数据、物联网等多种技术，推动市场机制在资源配置中发挥更深远的作用。在此共同作用下，物流业效率不断提升，投入产出趋于合理，展现出物流业良好的发展韧性。

2020—2023年，物流业效率经历了短期的波动后逐步得到恢复，2021年降至0.977，2023年再次回升至0.997。在新冠疫情等多种因素作用下，人员流动受限、货物运输受阻等多种影响致使物流环节运转不畅，物流流通的稳定性受到挑战。2022年，物流业依托优化资源配置、强化各环节协同等诸多方式，推动物流业效率值逐步回升，为西部陆海新通道物流业持续发展奠定坚实基础。

2.2 西部陆海新通道物流业效率动态演变

采用数学软件对Malmquist指数模型进行计算，得到西部陆海新通道物流业Malmquist指数、技术进步效率、纯技术效率及规模效率，并采用自然断点法将西部陆海新通道划分为高效率增长地区、中效率增长地区及低效率增长地区3个等级^[25]，西部陆海新通道Malmquist指数均值及分解情况如表3所示。

由表3可知，西部陆海新通道沿线省(区、市)物流业效率呈现出不同的发展态势。除宁夏外，其他省(区、市)Malmquist指数均值都呈现出上升态

表2 描述性统计
Tab.2 Descriptive statistics

指标变量	最大值	最小值	均值	标准差
物流业年末从业人数/人	413 341.00	25 589.00	157 398.20	87 511.17
物流业固定资产投资/亿元	6 635.81	90.10	1 515.71	1 440.11
网络里程/万 km	43.55	2.28	17.41	8.42
货运营运量/万辆	60.35	4.32	27.97	14.41
物流业能源消耗总量/万吨标准煤	2 018.06	38.93	767.06	438.00
物流业增加值/亿元	2 004.60	44.92	663.66	438.14
货物周转量/(亿 t·km)	5 870.34	364.16	2 426.20	1 417.08
货运量/万 t	236 621.30	9 874.00	104 433.80	59 345.26
二氧化碳排放量/万吨标准煤	3 797.25	79.89	1 515.87	861.47

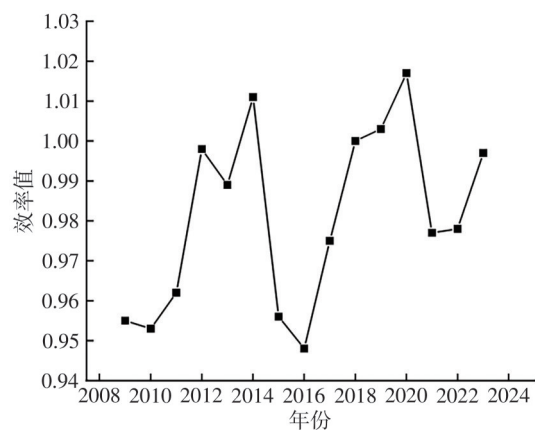


图1 西部陆海新通道物流业效率变化趋势图

Fig.1 Trend of logistics industry efficiency in New International Land-Sea Trade Corridor

表3 西部陆海新通道 Malmquist 指数均值及分解情况

Tab.3 Mean value and decomposition of Malmquist index in New International Land-Sea Trade Corridor

省(区、市)	Malmquist 指数	技术进步效率	纯技术效率	规模效率
内蒙古	1.037	1.024	1.019	0.994
广西	1.011	1.006	1.003	1.001
重庆	1.043	1.071	0.977	0.999
四川	1.058	1.072	1.005	0.996
贵州	1.034	1.021	1.013	1.000
云南	1.172	1.051	1.051	1.142
陕西	1.005	1.003	1.002	1.000
甘肃	1.053	1.043	1.009	1.001
青海	1.119	1.132	0.996	1.041
宁夏	0.996	1.007	1.001	0.993
新疆	1.130	1.133	0.985	1.063
均值	1.060	1.051	1.005	1.021

势。高效率增长区[1.058, 1.172]包括新疆、青海与云南,表明其在技术应用、资源配置等多个方面实现协同发展。但新疆的纯技术效率仅达到0.985,原因在于技术进步的突出表现,即技术进步带来的增量提升有效覆盖了纯技术效率不足所带来的潜在损失,新疆通过技术本身的迭代升级,从源头打破了现有技术应用层面的局限,最终推动整体效率的提升。同样,青海的技术进步所引发的规模扩张形

成协同效应,弥补了纯技术效率短板,并依托技术迭代优化生产流程,合力驱动物流业效率提升。

中效率增长区[1.011, 1.058]包括内蒙古、甘肃、四川、重庆及贵州,物流业发展具有相应的基础和优势,但仍具有提升空间。其中,内蒙古与四川的规模效率分别为0.994和0.996,表明该地区在生产规模扩张时未能实现最优投入产出比,区域内部发展不均衡,致使局部地区产能利用率不足,造成整体规模效率损失。而重庆纯技术效率为0.977,规模效率为0.999,均未达有效水平。虽技术进步表现突出,但技术应用精细化、管理流程系统化均有短板,且规模扩张未达最优配置,制约其进一步高效发展。

低效率增长区[0.996, 1.011]包括宁夏、陕西及广西。其中,宁夏经济规模小、产业结构单一,过度依赖能源化工等资本密集型产业,导致资本投入边际效益递减,该地区铁路货运以煤炭为主,高达70%,但同样因为物流业网络的制约,运力紧张。陕西和广西的各效率水平均达有效,但区域内物流网络覆盖度、资源整合等方面存在不足,二者均需优化物流空间布局,拓展物流业务联动,挖掘物流业效率提升空间。

2.3 西部陆海新通道物流业效率空间分布特征

分析西部陆海新通道物流业效率空间分布特征,运用自然断点法将西部陆海新通道物流业效率划分为2009年、2014年、2019年和2023年4个观测期,每期效率值划分为高效率水平、中效率水平及低效率水平3个等级。4个观测期西部陆海新通道效率分布如表4所示,探究物流业效率空间分布规律。

(1) 物流业效率由低效率水平转变为高效率水平的有云南和贵州。云南依托“面向南亚东南亚辐射中心”的定位,2016年,随着泛亚铁路东线等多条铁路建设的持续推进,显著提升了跨境物流业能

表4 4个观测期西部陆海新通道效率分布

Tab.4 Efficiency distribution in four observation periods of New International Land-Sea Trade Corridor

年份	高效率地区	中效率地区	低效率地区
2009	内蒙古、宁夏、甘肃、重庆	青海、陕西、贵州、广西	新疆、四川、云南
2014	内蒙古、宁夏、贵州、广西	新疆、甘肃、陕西、四川、重庆、云南	青海
2019	内蒙古、贵州	新疆、甘肃、宁夏、陕西、重庆、云南、广西	青海、四川
2023	内蒙古、贵州	甘肃、青海、宁夏、陕西、云南、广西	四川、重庆、新疆

力。贵州则受益于西部陆海新通道的前期建设，物流基础设施逐渐完善，高速公路与铁路网络的迅速扩大，为物流业的发展奠定了强有力的支撑。

(2) 物流业效率由高效率水平转变为低效率水平的有甘肃、宁夏及重庆。甘肃受限于空间与产业结构的制约，物流基础设施建设较为薄弱，众多的山脉地形地势加重了物流网络建设成本，制约了物流业效率提升。宁夏虽为内陆开放型经济试验区，但物流业却受市场规模小、区域内外联动不足的限制，导致整体集约化程度低，技术和管理水平较落后，难成规模效应，致使物流效率下降。重庆物流业规模相对较大，但未能实现投入产出的最优配比，区域内部发展不均衡，整体效率提升受限。

(3) 物流业效率水平未出现明显变化的有内蒙古、青海、陕西、广西、新疆及四川。其中，内蒙古、青海、陕西及广西始终处于高效率水平，物流业发展稳定。新疆虽坐拥“一带一路”倡议核心区的地理优势，但受限于复杂的地理环境，过度依赖成本高昂的公路运输，导致整体物流业成本居高不下。更深层次的原因在于信息化与智能化水平不足，缺乏高效的运输技术。四川物流业基础设施较为完善，但存在区域发展不均衡的问题，枢纽城市资源过度集中，而偏远山区物流业网络覆盖不足，最终制约整体物流业效率的提升。

2.4 西部陆海新通道物流业效率影响因素分析

基于现有区域物流业效率影响因素研究成果^[26-27]，整合文献中的影响因素指标并依据西部陆海新通道实际情况，选取产业结构、物流业集聚性、物流业信息化水平、能源利用率及资产利用水平等5个物流业效率影响因素如表5所示。为提升回归结果的稳健性，协同运用Tobit模型与随机森林法进行综合分析，Tobit模型回归结果及变量非线性分析如表6所示。

由表6可知，观察期内除能源利用率外，产业结构、物流业集聚性、物流业信息化水平和资产利用水平平均通过5%显著性检验。随机森林法的重要性排名进一步验证了该结论，其中产业结构、物流业信息化水平及物流业集聚性位列前3位，凸显对物流业效率的核心驱动作用。能源利用率对西部陆海新通道物流业效率未呈现显著性，且重要性排名靠后。西部陆海新通道局部区域物流业运输与核心产业仍以传统高耗能为主，粗放管理、技术滞后导致能源投入增加并不会提升效率；其U型关系表明，仅当能源利用突破特定技术应用门槛时，其作用可能由负转正。产业结构对西部陆海新通道物流业效率影响系数为7.493，因其呈线性主导，确保了促进作用的直接性和稳定性。同时，高比重的第三产业催生了高附加值、小批量、多频次的物流需求，倒逼运输组织向集约化、信息化与多式联运升

表5 物流业效率影响因素
Tab.5 Factors affecting logistics industry efficiency

维度	指标	指标内涵
被解释变量	物流业效率	物流业在资源投入与产出之间的转化能力，效率值越高则表明资源配置与利用效率越优
	产业结构	第三产业产值占全国GDP比重
解释变量	物流业集聚性	地区物流业GDP与地区GDP的比值占全国物流业GDP与全国GDP比值的比重
	物流业信息化水平	邮电业务总量占第三产业总值比重
	能源利用率	物流业增加值与各地区物流业能源消耗量的比值
	资产利用水平	物流业财政支出与地区财政一般预算支出的比值

表6 Tobit模型回归结果及变量非线性分析
Tab.6 Tobit model regression results and variable nonlinear analysis

解释变量	回归系数	标准差	t值	p值	随机森林重要性排名	非线性形态
产业结构	7.493	1.936	3.870	0.000***	1	线性主导
物流业集聚性	0.006	0.003	1.990	0.048**	3	边际递减效应
物流业信息化水平	0.331	0.096	3.440	0.001**	2	阈值效应
能源利用率	-0.016	0.013	-1.190	0.238	4	U型关系
资产利用水平	0.997	0.358	2.780	0.006***	5	线性正向

注：**，***分别表示5%，1%的显著水平。

级,减少冗余损耗,从而显著提升通道整体效率。物流业集聚性的影响系数为0.006,其边际递减效应意味着过度集聚将会削弱收益。空间集聚效应增大得以高效共享基础设施与资源,降低物流运输成本;同时,行业间的协同合作与分工的持续细化,有效压缩供应链的响应周期,并削减了冗余的中间环节,物流业效率明显提高。物流业信息化水平对西部陆海新通道物流业效率影响系数为0.331,且存在阈值效应,需达到一定信息化水平后才能显著释放效率红利。完备的信息化环境是构建“通道+枢纽+网络”物流运行体系的基础,有助于促进各省间物流业务协同运作,提升整体物流效率。资产利用水平对西部陆海新通道物流业效率影响系数为0.997,重要性排名虽相对靠后,但仍反映出其作为基础支撑因素的作用。较高的资产利用水平促使基础设施、运输工具等资源使用效率提升,加速流转速度,从而有效促进通道整体物流业效率的提升。

3 结论与建议

3.1 结论

(1) 西部陆海新通道物流业效率总体呈波动上升趋势,具有较强的韧性与发展潜力。2009—2023年,除宁夏以外,各省(区、市)Malmquist指数均大于1,其主导性影响因素为技术进步效率的提升,其次是规模效率与纯技术效率的增加。

(2) 云南和贵州物流业效率水平由低效率水平转变为高效率水平,甘肃、宁夏及重庆物流业效率水平由高效率水平转变为低效率水平,内蒙古、新疆及四川等物流业效率水平未出现明显变化。

(3) 影响因素中,产业结构、物流业集聚性、物流业信息化水平和资产利用水平均对物流业效率具有显著的正向作用,而能源利用率未通过显著性检验,随机森林的重要性排名进一步验证了这一结论。

3.2 建议

(1) 推进区域联动发展,提高资源利用效率。西部陆海新通道沿线省(区、市)的物流业效率差异显著,亟需通过跨区域协作机制缩小区域内部差距。统筹规划省级物流业资源交易平台,以此整合仓储、运输及生产制造等分散资源,避免资源投入冗余。聚焦重庆、成都及西安等通道枢纽城市组建

物流业联合组织,统一物流业网络调度,降低空载率,提高物流业运输能力。针对青海、贵州等效率较低区域,重点把握多式联运衔接能力,解决“最后一公里”的瓶颈问题。

(2) 深化数字化发展,构建智慧化服务体系。技术进步是推动物流业效率提升的核心驱动力。因此,应加强对大数据、物联网及人工智能等核心技术在区域内的及时落地。针对信息化建设相对薄弱的甘肃、青海等地区,应依托技术支持和专业培训缩小数字鸿沟,推广物流业大数据中心模式,实时监测物流业能源消耗与交通运输需求,动态优化路线规划。

(3) 促进产业体系优化,构建可持续能源格局。产业结构与能源利用率对物流业效率存在不可忽视的影响作用。因而推动物流业行业与制造业、农业深度融合,构建智能化供应链体系,实现从原材料采购到终端配送的全链条高效衔接,助力降本增效最终目标的实现。在宁夏和内蒙古等能源资源密集型地区,推广新能源装备普及,制定碳排放限额标准,监督并激励通道内各省(区、市)开展低碳物流业服务。同时,完善可再生资源的回收体系,将物流业包装废弃物纳入经济循环体系,聚焦把控全链条碳排放。

(4) 健全政策保障体系,加强市场调节机制。政府干预对物流业效率的提升具有积极推动作用,但仍需进一步细化政策工具。西部陆海新通道各省(区、市)应制定差异化的区域物流业发展规划,针对青海、贵州等物流业效率较低的省(区、市)建立专项扶持政策,降低企业运营成本。同时,推进建设物流业标准化,统一西部陆海新通道沿线省(区、市)的仓储、运输及信息交换标准,减少跨区域协作的摩擦成本。此外,引入市场化机制,鼓励第三方物流业通过租赁、托管等方式整合闲置物流业资源,提升资源利用效率。

参考文献:

- [1] 赵先进,王卫竹. 共建“一带一路”背景下跨境电商物流协作发展研究[J]. 价格理论与实践, 2018(5): 159-162.
- ZHAO Xianjin, WANG Weizhu. Research on the Collaborative Development of Cross-Border E-Commerce Logistics under the Background of “Belt and Road” [J]. Price: Theory & Practice,

- 2018(5): 159–162.
- [2] 梁 晨. 京津冀物流通道演化动力机制与趋势[J]. 中国流通经济, 2021, 35(5): 98–108.
LIANG Chen. Research on Evolution Dynamic Mechanism and Trend of Beijing–Tianjin–Hebei Logistics Channel[J]. China Business and Market, 2021, 35(5): 98–108.
 - [3] 陆 华, 王晓平, 王鑫宇. “一带一路”沿线物流枢纽网络体系建设研究[J]. 宏观经济研究, 2018(11): 94–101, 138.
LU Hua, WANG Xiaoping, WANG Xinyu. A Study on the Construction of Logistics Hub Network System along “the Belt and Road”[J]. Macroeconomics, 2018(11): 94–101, 138.
 - [4] 权诗琦, 刘 畅, 秦欢欢. 中欧班列南通道沿线国家铁路联盟发展研究[J]. 铁路物流, 2025, 43(2): 58–64.
QUAN Shiqi, LIU Chang, QIN Huanhuan. Development of Railway Alliances of Countries along Southern Route of China Railway Express[J]. Railway Logistics, 2025, 43(2): 58–64.
 - [5] 曹炳汝, 孔泽云, 邓莉娟. 长江经济带省域物流效率及时空演化研究[J]. 地理科学, 2019, 39(12): 1841–1848.
CAO Bingru, KONG Zeyun, DENG Lijuan. Evolution of Time and Space Efficiency of Provincial Logistics in the Yangtze River Economic Belt[J]. Scientia Geographica Sinica, 2019, 39(12): 1841–1848.
 - [6] 刘 明, 杨路明. 区域物流的产业效率、空间互动与协调发展: 基于全国 277 个地市级城市的数据实证[J]. 中国流通经济, 2019, 33(8): 34–44.
LIU Ming, YANG Luming. Research on the Industrial Efficiency, Spatial Interaction and Coordinated Development of Regional Logistics: Based on the Data of 277 Prefecture-Level Cities in China[J]. China Business and Market, 2019, 33(8): 34–44.
 - [7] 陈永平, 张亮亮. 区域趋同还是趋异: 中国物流产业效率及其收敛性: 基于 2006—2015 年 30 个省域面板数据的研究[J]. 商业经济与管理, 2018(3): 5–19.
CHEN Yongping, ZHANG Liangliang. Regional Convergence or Divergence: Logistics Industry Efficiency and Its Convergence Test in China: Study on Panel Data of 30 Provinces in 2006–2015[J]. Journal of Business Economics, 2018(3): 5–19.
 - [8] 王琴梅, 李 娟. 产业结构演进对丝绸之路经济带“核心区”物流业效率的影响研究[J]. 陕西师范大学学报(哲学社会科学版), 2019, 48(3): 128–140.
WANG Qinmei, LI Juan. Research on the Impact of Industrial Structure Evolution on Logistics Industry Efficiency in the Silk Road Economic Belt “Core Area” [J]. Journal of Shaanxi Normal University (Philosophy and Social Sciences Edition), 2019, 48(3): 128–140.
 - [9] 曹炳汝, 邓莉娟. 长江经济带物流业效率增长影响因素[J]. 经济地理, 2019, 39(7): 148–157.
CAO Bingru, DENG Lijuan. Influencing Factors of Logistics Industry Growth Efficiency in Yangtze River Economic Belt[J]. Economic Geography, 2019, 39(7): 148–157.
 - [10] 龚雅玲, 万建香, 封福育. 区域物流效率的测度及其影响因素研究: 基于 DEA 与 Tobit 模型[J]. 江西社会科学, 2019, 39(10): 72–80.
 - [11] 龚 雪. 区域物流效率测度及影响因素分析[J]. 统计与决策, 2022, 38(12): 112–116.
 - [12] 秦 雯, 倪 容. 科技创新对珠江西岸物流产业效率的影响: 基于超效率三阶段数据包络分析模型[J]. 科技管理研究, 2022, 42(20): 89–95.
QIN Wen, NI Rong. Impact of Scientific and Technological Innovation on Logistics Industry Efficiency in the West Bank of the Pearl River: Based on Super-Efficiency Three-Stage DEA Model[J]. Science and Technology Management Research, 2022, 42(20): 89–95.
 - [13] 秦 雯. 区域物流效率评价及影响因素研究: 基于广东地市级城市面板数据[J]. 商业经济研究, 2021(9): 97–100.
 - [14] 秦小辉, 赵晨曦. 西部陆海新通道物流产业效率及时空演化研究[J]. 铁道运输与经济, 2023, 45(2): 11–18.
QIN Xiaohui, ZHAO Chenxi. Research on Logistics Industry Efficiency and Spatial-Temporal Evolution of the New International Land-Sea Trade Corridor[J]. Railway Transport and Economy, 2023, 45(2): 11–18.
 - [15] 王景敏, 崔利刚. 西部陆海新通道沿线省份物流效率的时空演进及影响因素: 基于沿线省份面板数据的实证分析[J]. 重庆理工大学学报(自然科学), 2021, 35(12): 243–255.
WANG Jingmin, CUI Ligang. Spatial-Temporal Evolution and Influencing Factors on Logistics Efficiency of the Provinces along the New Western Land-Sea Corridor: Empirical Analysis Based on Panel Data of the Provinces along the New Western Land-Sea Corridor[J]. Journal of Chongqing University of Technology (Natural Science), 2021, 35(12): 243–255.
 - [16] 龚瑞凤, 薛 俭, 刘汝丽. 中国区域物流效率测度及其时空特征分析[J]. 统计与决策, 2022, 38(10): 141–145.
 - [17] TONE K. A Slacks-Based Measure of Super-Efficiency in Data Envelopment Analysis[J]. European Journal of Operational

- Research, 2002, 143(1): 32-41.
- [18] 郭茜, 韩嵩, 李倩. “公转铁”政策对京津冀绿色物流效率的影响[J]. 中国流通经济, 2024, 38(3): 45-55.
GUO Qian, HAN Song, LI Qian. The Impact of “Translocation from Road to Railway” Policy on the Green Efficiency of Logistics in Beijing-Tianjin-Hebei[J]. China Business and Market, 2024, 38(3): 45-55.
- [19] 尹阳, 叶翀, 江文婷. 基于Super-SBM-DEA模型的区域物流效率评价与影响因素[J]. 电子科技大学学报(社科版), 2023, 25(4): 103-112.
YIN Yang, YE Chong, JIANG Wenting. Efficiency Evaluation and Influencing Factors of Regional Logistics Industry Based on Super-SBM-DEA Model[J]. Journal of University of Electronic Science and Technology of China (Social Sciences Edition), 2023, 25(4): 103-112.
- [20] ZOUNEMAT-KERMANI M, BATELAAN O, FADAEE M, et al. Ensemble Machine Learning Paradigms in Hydrology: A Review[J]. Journal of Hydrology, 2021, 598: 126266.
- [21] 张雪纯, 曹霞, 宋林壕. 中国减污降碳效率测度及影响因素研究: 基于超效率SBM-Tobit模型[J]. 生态经济, 2023, 39(10): 174-183.
ZHANG Xuechun, CAO Xia, SONG Linhao. Study on Measurement and Influencing Factors of Air Pollution and Carbon Reduction Efficiency in China Based on Super SBM and Tobit Models[J]. Ecological Economy, 2023, 39(10): 174-183.
- [22] 秦雯. 粤港澳大湾区物流业效率的时空演化及提升路径[J]. 中国流通经济, 2020, 34(9): 31-40.
QIN Wen. Spatial-Temporal Evolution and Improvement Path of Logistics Industry Efficiency in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area[J]. China Business and Market, 2020, 34(9): 31-40.
- [23] 苏强俊, 安健吉, 员学锋. 黄河中下游城市土地绿色利用效率时空格局及其影响因素分析[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2024, 42(3): 58-67.
SU Qiangjun, AN Jianji, YUAN Xuefeng. Spatio-Temporal Pattern and Attribution Analysis of Urban Land Green Use Efficiency in the Middle and Lower Reaches of the Yellow River[J]. Journal of Guizhou Normal University (Natural Sciences), 2024, 42(3): 58-67.
- [24] 包耀东, 李晏墅, 张世忠. 长三角区域物流业碳排放规模及其影响因素研究[J]. 生态经济, 2020, 36(11): 25-31, 53.
BAO Yaodong, LI Yanshu, ZHANG Shizhong. Study on the Scale of Carbon Emission of Logistics Industry and Its Influencing Factors in the Yangtze River Delta[J]. Ecological Economy, 2020, 36(11): 25-31, 53.
- [25] 譙熙康, 陈斌, 黄福友. 组态视角下我国低碳物流效率分析及提升路径研究[J]. 铁路物流, 2025, 43(5): 61-72.
QIAO Xikang, CHEN Bin, HUANG Fuyou. Efficiency Analysis and Improvement Path of Low-Carbon Logistics in China from the Perspective of Configuration[J]. Railway Logistics, 2025, 43(5): 61-72.
- [26] 花均南, 胡美佳. 考虑非期望产出的我国物流业效率空间关联网络结构分析[J]. 铁道运输与经济, 2024, 46(4): 42-50.
HUA Junnan, HU Meijia. Analysis of Spatial Correlation Network Structure of Logistics Efficiency in China Considering Undesirable Outputs[J]. Railway Transport and Economy, 2024, 46(4): 42-50.
- [27] 杨博, 王征兵. 绿色技术创新对生鲜农产品绿色物流效率的影响: 基于产业集聚的调节效应[J]. 中国流通经济, 2023, 37(1): 60-70.
YANG Bo, WANG Zhengbing. The Effect of Green Technology Innovation on the Efficiency of Green Logistics of Fresh Agricultural Products: Based on the Moderating Effect of Industrial Agglomeration[J]. China Business and Market, 2023, 37(1): 60-70.

(责任编辑 李丹丹)